

RAZzies

Maandblad van de Radio Amateurs Zoetermeer

Juni 2013

Met in dit nummer:

- Magnetic Loop met Servo afstemming
- Opa Vonk
- Nostalgiehoek
- SSB opwekken met RaspberryPi

Colofon

RAZzies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

http://www.pi4raz.nl

Redactie:

Frank Waarsenburg
PA3CNO
pa3cno@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of aanmerkingen kunnen verstuurd worden naar razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php

Van de redactie

Tegen de tijd dat jullie deze RAZzies onder ogen krijgen, is de vakantie van Uw scribent reeds begonnen. Tot 16 juni staan alle activiteiten met uitzondering van vakantie activiteiten op een laag pitje. En dit jaar hoort daar geen radio bij. Onze wijze van vakantie vieren leent zich doorgaans niet voor veel radio-activiteiten, naast de problematiek van het opstellen van antennes. Op een camping is het natuurlijk altijd wat makkelijker, maar in hotels en Bed and Breakfasts is het lastig om antennes te plaatsen. Dus gaat er dit jaar geen radio mee. Dat was in de meeste gevallen toch de K1, en van de Zoetermeerse club spreekt alleen Henny PA3HK CW. QRP op 40m is doorgaans geen succes, en in de zomer al helemaal niet. Misschien voor volgend jaar eens een leuk setje ontwerpen om mee te nemen.

Over ontwerpen gesproken. Gelukkig hebben we een heel actieve club, waarin veel gebouwd en geëxperimenteerd wordt. Dat zorgt ervoor dat we nog even vooruit kunnen met kopij voor de RAZzies. Heb je zelf iets gebouwd of ontworpen, stuur het dan op naar de redactie. Ook al is schrijven of schema's tekenen niet je ding, dan zijn we prima in staat om er een mooi verhaal van te maken. Dus laat eens zien waar je mee bezig bent!

Intussen staat onze zomerstop er aan te komen. In de maanden juli en augustus zijn er geen bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer. In september beginnen we weer met de bijeenkomsten. Inmiddels traditiegetrouw voorafgegaan door de RAZ-BBQ, waar momenteel nog geen datum voor is vastgesteld. Dat zal wel tijdens de komende twee bijeenkomsten beklonken worden.

Vakantieverhalen zijn natuurlijk ook welkom. Is je radio meegegaan? Met wat voor antenne? Hoe waren de condities? Altijd goed om twijfelaars, die dit jaar nog geen radio mee hadden, over de streep te trekken.

Magnetic Loop met servo afstemming

Een experiment dat al een hele tijd op mijn lijstje stond, was iets met een magnetic loop. Daarvoor heb ik al enige tijd geleden een forse vacuum condensator op de kop getikt via Ebay, die 500pF moet kunnen doen. Ex Russische apparatuur, en van navenante degelijkheid. Dus ook loeizwaar, wat ook voor de aandrijving geldt. Dat vereist ingewikkelde mechanische oplossingen voor het monteren en bedienen van de condensator, en daar liggen niet mijn skills. Gert PE0MGB heeft zijn exemplaar wel aan de praat gebracht in combinatie met een loop gemaakt van printplaat, en het principe werkt. Maar een definitief exemplaar zal bij mij nog wel even duren.

Toch bleef die wens om nog iets met een loop te doen, een beetje kriebelen. Daarom besloot ik voor de Liechtenstein expeditie het over een andere

boeg te gooien en iets met een meer portable uitvoering te gaan proberen. Ook handig voor vakanties e.d., waar verticals bij mij altijd wat moeizaam op te stellen zijn op het balkon van een hotel. Berekeningen met een aantal pro-gamma's gaven aan dat een loop van 1m diameter zou moeten werken van 40m - 17m bij gebruik van een condensator van maximaal 250pF. Dat bood de mogelijkheid om een gewone omroep-C te gebruiken met twee secties van 500pF in serie. Zo'n ding ligt of nog wel in de junkbox, of is op een radiobeurs voor een redelijk bedrag nog wel te scoren. Zodra je in het type eiersnijder of vacuum uitvoering verzeild raakt, gaan de prijzen met digits voor de komma tegelijk omhoog, en is het geen grap meer. Nadeel van een omroep-C is dat het maximaal toe te passen vermogen beperkt is, vanwege de geringe plaatafstand. En een loop is nou eenmaal een perfekte hoogspanningsgenerator. Eerst maar eens wat berekeningetjes maken:



Loop parameters voor 7MHz

Op de beurs in Rosmalen had ik voor weinig een restpartijtje Ecoflex 10 gekocht: een afsnijsel van 3 meter. Dat maakt een loop van een krappe meter doorsnede. Zoals aan de gegevens te zien is, is de zaak in resonantie te krijgen op 40m, maar van enige efficiency is dan niet echt sprake meer: minder dan 4%. In dB's is dat een dikke -14dBd, en dat is bijna 2,5 S-punt wat de loop slechter performt dan een full size dipool. Dat klinkt heel erg, maar in de praktijk zijn er maar weinig stadsmensen die een full size dipool voor 40m hebben. Daarnaast win je aan de ontvangstkant heel veel omdat een loop een uitstekend front-end filter is. Kijk maar naar de bandbreedte: 7kHz. Twee SSB-kanalen. Dat maakt afstemmen een precisiewerkje, maar om je heen is het dan ook stil. Een minimum aan ruis en knetter maken de band veel stiller dan op een breedband antenne. Dus nog best wel op te werken. Maar hoe doet de loop het op 20m? Dat is natuurlijk interessanter. Zie hier weer de berekening:

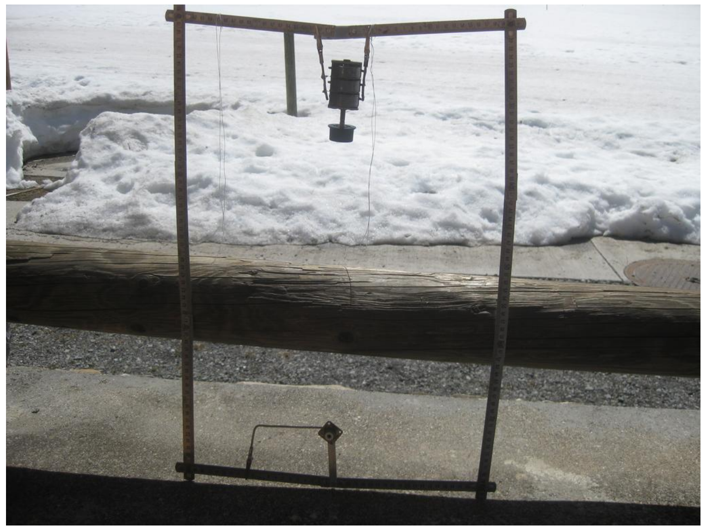


De 20m parameters

De getallen zijn nu een stuk aangenamer. De efficiency van de loop is nu opgelopen tot bijna 35%, wat overeenkomt met een verlies van 4,6dBd. En dat is nog geen S-punt ten opzichte van een full size dipool! Ik durf te wedden dat menig vakantie-antenne niet aan deze waarde kan tippen. Voordeel is dat je geen last hebt van "belangstellenden" die komen vragen wat al die draden in de boom doen, en vervolgens bij elke ruisende camping-TV aan je tent staan te rammelen of jij soms aan het storen ben.

Wil je persé op 40m meer efficiency, dan kan je 5m kabel nemen in plaats van 3m, waarmee de loopdiameter 1,6 meter wordt. Waarschijnlijk heb je dan wel een dwarssteun nodig om de loop nog op een cirkel te laten lijken, maar de efficiency op 40m loopt dan op tot 18%, overeenkomend met -7,43dBd en dat is net iets slechter dan een S-punt ten opzichte van een dipool. Op 20m haal je dan 72% en dat is nog geen -1,5dBd, bijna net zo goed als een dipool! Je levert alleen wat hogere banden in, want de capaciteit die nodig is om de loop in afstemming te brengen, gaat navenant omlaag en wordt uiteindelijk begrensd door de minimale capaciteit van de afstemcondensator plus aansluitdraden. Ik heb het vanwege het gemak gehouden op een loop van 3m in omtrek, dus bijna 1m diameter.

Het volgende probleem wat geslecht moest worden, was de inkoppeling van de loop. Het rekenprogramma geeft daar hulp bij: je kiest de omstandigheid waar de loop opgesteld wordt (in dit geval in een kamer, op het dak of een ingesloten balkon) en het programma geeft de verhouding van de inkoppel loop ten opzichte van de grote loop, met de bijbehorende afmetingen. Maar dat is mechanisch zo'n geklooi. Die subloop moet vastgezet, in model gebogen, aangekoppeld aan de voedingskabel - een hoop problemen waar ik geen zin in had. Toen ik dat opmerkte in Liechtenstein, ging Henny's (PA3HK) trukendoos open: hij haalde uit de bagage een metalen duimstok met een afstemcondensator voorzien van 2 krokodillenklemmen voor de uiteinden van de duimstok, zette de duimstok opengevouwen als loop tegen de reling van de terrasmuur, monteerde - eveneens met een krokodillenklem - een Gamma Match onder op de duimstok, friemelde even aan de condensator en hoppa, ontvangst. Wat nou moeilijk doen met koppellussen en cirkelvormen... Uiteraard niet geschikt voor kilowatts, maar om een QRP-transceiver op de hoge banden snel in de lucht te krijgen is het een uitstekende oplossing. Henny's duimstok was een 2m type, en dat levert op 20m een efficiency van 6,6% - een kleine 2 S-punten onder de performance van een dipool, maar zeer eenvoudig mee te nemen en af te stemmen.



Duimstok-loop. De condensator zit over het uiteinde, dat met een stukje kunststof geïsoleerd is. Onderop de inkoppeling met Gamma Match. Door de krokodilleklem over de loop te verplaatsten kan de optimale SWR gevonden worden.



Resultaten voor de duimstok-loop. Als materiaal is nu aluminium gekozen, en als vorm een "kwadraat". Dat beïnvloedt de resultaten enigzins negatief: het kost een half S-punt ten opzichte van een ronde koperen loop van 2m omvang.

Nou is een gamma-match eveneens mechanisch kwetsbaar als die in de koffer gevouwen wordt, en bovendien moest ik dan de mantel van de kabel beschadigen om de gamma-match op

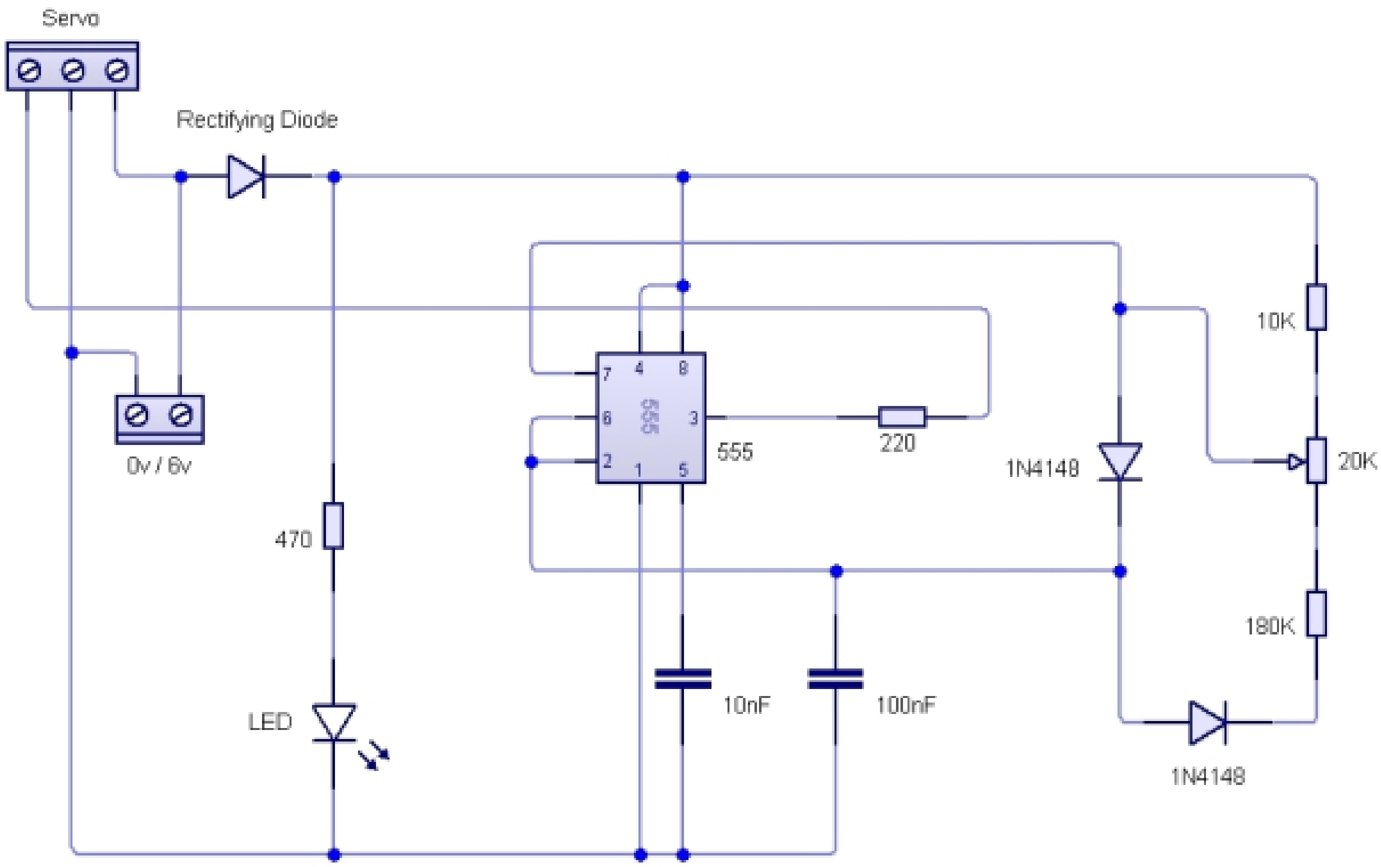
aan te kunnen sluiten. Al speurend op het internet kwam ik een artikel tegen wat beschreef hoe de inkoppeling geschiedde met een stroomtransformator: gewoon een ringkern waar je de loop doorheen laat lopen. Dat is dan 1 winding van de loop, en op de ringkern kan je dan windingen leggen voor de inkoppeling. Voor wat de verhouding betreft: de literatuur gaf een wikkelverhouding aan van tussen de 30:1 en 22:1, uitgaande van een loopweerstand van enige milli-Ohms. Henny had voor mij een FT114-43 kern, en daar paste 23 windingen stug montagedraad op, dus dat vond ik een prima start.



Voor de praktische uitvoering besloot ik twee waterdichte kastjes te gebruiken: een kleine vierkante waar met twee wartels de coaxkabel doorheen gevoerd ging worden, met in de bodem de aansluiting voor de voedingskabel, en voor de hete kant van de loop een groter kastje, wat de afstemcondensator en de servomotor moest gaan bevatten. Aan weerskanten wordt het kastje voorzien van PL-connectors, waarmee de loop aangesloten wordt op de afstemcondensator.Tijdens transport heb ik dan gewoon een bosje coax met een kastje halverwege plus een wat groter kastje, en als de loop opgebouwd moet worden schroef ik de coax aan de afstemming vast en is de loop klaar voor gebruik. Geen gepruts met inkoppel-loops dan wel gamma-matches.

Ik noemde al even een servomotor. Dat handmatig afstemmen van een loop terwijl er zowat een kiloVolt over de condensator staat, is niet helemaal mijn ding. Nog afgezien van het handeffect wat kan optreden als je zo dicht bij het uiteinde moet afstemmen. Dus wilde ik graag de zaak op afstand bedienen. Ook daarvoor vond ik een oplossing op het internet: een besturing met een servomotor uit de modelbesturingswereld. Die servo's zijn doorgaans ontzettend sterk (enige kilo's trekkracht is meer regel dan uitzondering) en worden aangestuurd door een zich herhalende puls met een breedte van 0,5-2ms en een herhalingstijd van 50-100Hz. Is de puls 1ms breed, dan staat de servo in de middenstand. Bij 0,5ms bereikt hij de ene, en bij 2ms de andere uiterste stand. Een servo draait doorgaans over 180 graden, en dat doet een afstemcondensator zonder vertraging ook. Blijft alleen de uitdaging om de servo aan de as van de afstem condensator te monteren. Ik deed dat door in de as van de afstemcondensator een gaatje van 2,5mm te boren en daar vervolgens M3 draad in te tappen. Met een M3-boutje kon ik vervolgens één van de bij de servo meegeleverde vaantjes op de as van de condensator monteren, en door de servo precies uit te lijnen met de afstem-C was deze met een stukje krimpkous vast te maken aan de servo. De krimpkous is stug genoeg om de beweging van de servo te volgen, en geeft enige rek aan de uiteinden als de servo door wil draaien (in de praktijk kan de servo iets meer dan 180 graden draaien) als de condensator al tegen zijn aanslag staat.

De condensator en servo passen in de lengte in de grote kast. Aan weerszijden worden twee PL connectoren geplaatst. Door (nadat deze door de wartels en ringkern in het kleine kastje geregen is) de kabel aan de uiteinden van gewone PL-pluggen te voorzien, kunnen deze voor het opbouwen van de loop in de connectoren gedraaid worden. Op deze manier is de zaak makkelijk uit elkaar te halen voor transport. Aan de onderzijde van de kast is een 4-polige DIN connector gemonteerd. Daarmee wordt de voedingsspanning voor de servo en de stuursignalen aangevoerd met afgeschermde kabel. Ik koos voor een 4-polige plug omdat de verschillende loop-berekeningsprogramma's het niet eens waren over de benodigde capaciteit voor de 40m band. De online calculator op 66pacific.com gaf namelijk 312pF aan voor een loop met een omtrek van 3 meter bij 7MHz, terwijl het programma Magnetloop van DG0KW het onder dezelfde omstandigheden over 186pF had. Met de omroep-C van 2x500pF in serie



Besturing van de servomotor

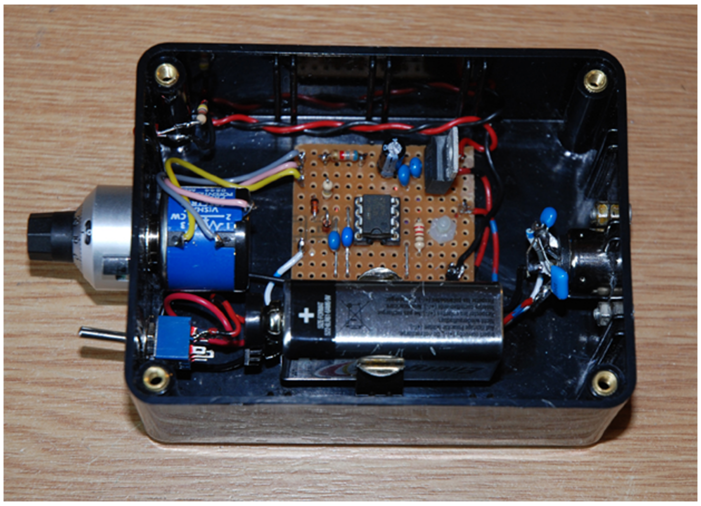
geschakeld haalde ik volgens de capaciteitsmeter 243pF. Genoeg volgens DG0KW, maar niet volgens 66pacific. Zou 66pacific gelijk hebben, dan voeg ik een relais toe met een 100pF hoogspanningscondensator om deze op afstand parallel aan de afstem-C te zetten. En daar is dan een vierde draadje voor nodig.

De besturing

In bovenstaand schema is de besturing van de servomotor te zien. Er wordt gebruik gemaakt van het aloude werkpaard van de elektronica: de NE555 timer. Met behulp van de potmeter van 20k wordt de pulsbreedte en aldus de servo stand geregeld. Voor extra gevoelige afstemming nam ik een 10 slagen potmeter, zodat ik kleine correcties nog goed zou moeten kunnen maken. Een tip: zet een aan/uit schakelaar in serie met de voeding naar de servo. Zodra je de loop afgestemd hebt, schakel je dan de servo uit. Dan gaat deze tenminste niet staan klapperen als je het volle vermogen op de loop zet. De schakeling kan je voeden met een 7806 die door Conrad geleverd wordt. Ik kocht er twee, en bouwde er één in bij de servo en afstemcondensator. Dan kan ik gewoon 12V op de kabel naar de servo zetten. Eventuele spanningsval als gevolg van de lange stuurkabel heeft dan geen effect op de voeding van de servo. Of er moet meer dan 6V over de kabel vallen, maar dan doe je niets niet goed. Ik kan dan ook ter plaatse de voeding ontkoppelen voor HF. Alleen het pulssignaal voor de sturing gaat onbeschermd over de kabel, vandaar dat afgeschermde kabel aan te raden is.

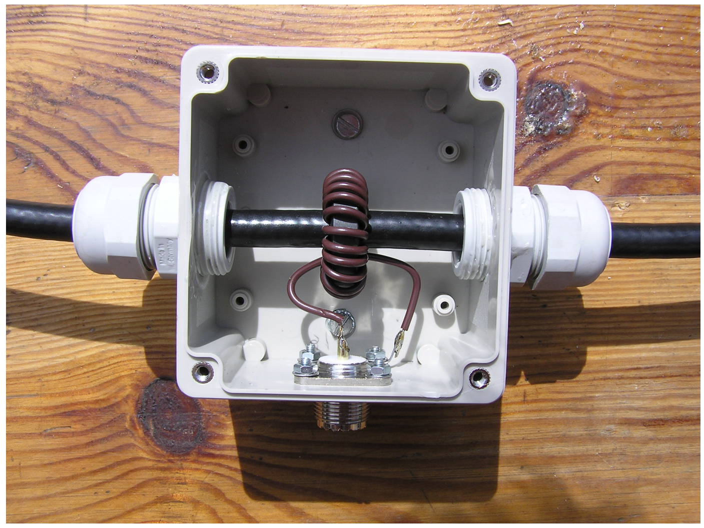
Op de scoop bleken de pulsen van de 555 niet helemaal volgens specificaties: ze waren te lang, met als gevolg dat de servo aan de ene kant zijn bereik niet haalde, en aan de andere

kant tegen de aanslag stond te jitteren. Door de 10k weerstand wat te verkleinen, was dat te corrigeren. Hint: vervang de 10k weerstand door een weerstand van 4k7 in serie met een 4k7 instelpotmeter. Dan regelt dat soepel af. Een praktische oplossing voor het stuurkastje zie je hier:

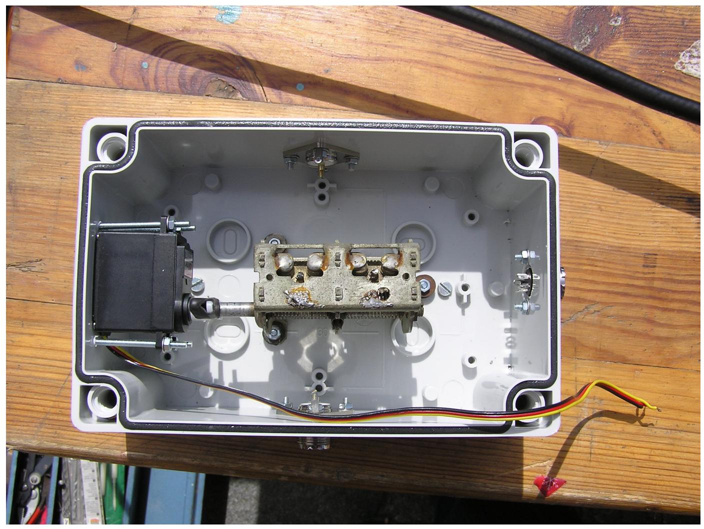


Afstemkastje

Toen was het tijd voor de praktijktest. In eerste instantie werkte het voor geen meter. Het heeft ons een hele middag experimenteren gekost om uit te vinden wat er nou aan de hand was. Diverse theorieën passeerden de revue: Het kastje zou min of meer geleidend zijn, waardoor de Q van de kring gedempt werd. De aansluitdraden van de condensator waren te fragiel: dat moest vervangen door gevlochten koper (daar werd zuiglitze voor misbruikt). Maar niets hielp. Volgens de antenne analyzer werd de SWR niet beter dan 1:4 op het punt waar de meeste ruis te horen was. Tot we begonnen met het verminderen van het aantal windingen op de inkoppelspoel. Zou 23 windingen dan in dit geval toch teveel zijn? Uiteindelijk bereikten we met 10 windingen een SWR van 1:1.2 of minder op alle banden. En die banden waren 40 t/m 15 meter. DG0KW had dus gelijk, en daarom waren het relais met extra parallelcondensator niet nodig. De eerste de beste verbinding op 20m ging meteen de oceaan over: de loop werkt als een zonnetje. Omdat ik mijn 7806-en vergeten had, leende ik uit de voorraad van Robert PA2RDK een 7805 en voedde ik de servo over de kabel. Maar dat was bijzonder HF gevoelig. Zenden met de voedingsspanning erop veroorzaakte zwabberen van de servo - en dan ben je je afstemming kwijt. Dus voeding splitsen en uitschakelen tijdens zenden.



Detail van de inkoppeling en de wartels



De afstemcondensator gekoppeld aan de servo

Restte nog de mechanische opbouw. Ik had bedacht om dat grijze 5/8 installatiepijp als basis te gebruiken. Op de achterkant van de beide kastjes schoefde ik van die muurzadels waar de pijp in geklemd kon worden. In het midden van de loop bedacht ik een inbouw verdeeldoos met 4 uitgangen, zodat de pijplengtes niet boven de 0,5m uit zouden komen en aldus nog in een koffer te vervoeren waren. De dwarsstangen zouden dan met een erop gelijmde steun de loop mooi cirkelvormig moeten houden. Maar in Liechtenstein bleek al dat de buis het gewicht van de kast met condensator en servo niet kon dragen. De hele zaak dreigde te kapseizen en daarom moest deze getuid worden.

Eenmaal weer thuis verstevigde ik de installatiepijp door er 12mm diameter houten roeden in te lijmen. Daardoor kon de buis niet meer buigen. Maar toen de inbouwdoos als koppelstuk ertussen werd gezet, brak deze in stukken. Veel te veel krachten. Dus nam ik een houten roede van 14mm, viste een inbusbout van een afgedankt Ikea bed uit de junkbox, zaagde daar de kop af en lijmde het uiteinde in de uitgeboorde houten roede. Voor de zekerheid schroefde ik er twee slangenklemmen omheen om er zeker van de zijn dat de zaak niet af zou breken. De inbusbout paste precies in de kop van een oude lichtstandaard uit de muziekwereld, en deze keer hield de constructie moeiteloos stand.



Inbusbout ex-Ikea bed



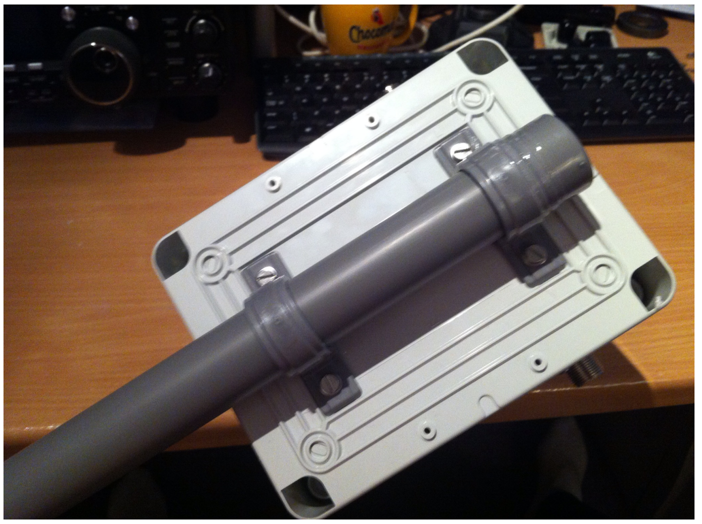
Onthoofde inbusbout, gereed voor inbouw



Vastgelijmd in de 14mm roede, voorzien van twee slangeklemmen

De loop is nu op het statief te plaatsen. Hoogte is met een loop antenne niet zo belangrijk, dus ik hoef het statief niet tot maximale hoogte op te zetten. Wat wel jammer is, is dat de roede met zijn lengte van ruim 1 meter nu niet meer in de koffer past. Daar moet nog wat op verzonnen worden, want juist het draagbare aspect maakt het zo aantrekkelijk voor vakanties.

Er zijn vast ook nog wel andere oplossingen te bedenken. Na de clubavond op 8 mei, waar de loop antenne opgesteld stond, kreeg ik een enthousiaste mail van Marco PE9M, die meteen begonnen was met het verzamelen van materialen voor het nabouwen van de antenne. Marco gebruikte veel steviger afvoerbuis:



Montage op afvoerbuis



De bedoeling is dat in het midden een mof komt, waarmee de twee delen vervolgens aan elkaar te koppelen zijn. Die constructie is ongetwijfeld een stuk steviger dan mijn 5/8 installatiebuis. En misschien is er ook nog wel een oplossing te verzinnen voor de houten roede - of een ander materiaal dat in de zadels te schroeven is. Uiteraard mag dit geen metaal zijn, om de werking van de loop niet te verstoren!

Dan nog een woord over de gebruikte servo: Ik gebruikte een ouderwetse analoge servo. Tegenwoordig worden ook de servo's digitaal, maar in dit geval heb ik liever een analoge. De keuze viel op de Futaba S3003, die voor €12,20 te koop is bij de bekende modelbouwfirma Quartel in Pijnacker. Er is geen gebruik gemaakt van een connector; ik heb de draden van de servo rechtstreeks op de print gesoldeerd. De hele schakeling is opgebouwd op een stukje experimenteerbord en spreekt verder voor zich. Vergeet niet hier en daar wat ontkoppelcondensatoren van 100nF te plaatsen, in het bijzonder aan de in- en uitgang van de spanningsregelaars! En stuur eens wat foto's van jouw uitvoering van de loop!

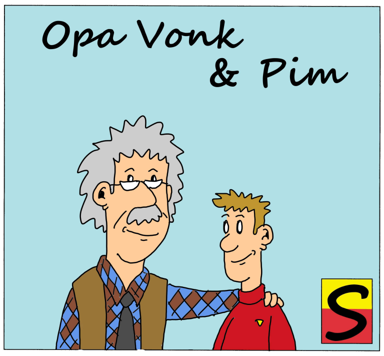


Afdelingsnieuws

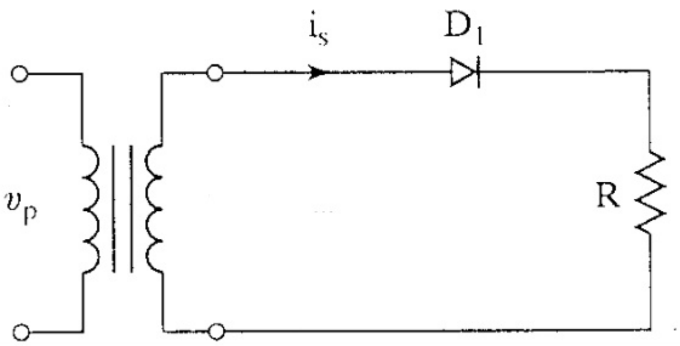
Inmiddels is het rond het PSK project aardig stil geworden. Er druppelen nog wat vragen via de mail binnen, zowel uit binnen- als uit het buitenland, maar de meeste sets draaien nu. We kijken alweer vooruit naar het volgende project. Op de afdelingsbijeenkomst werd gevraagd of we van de hier gepresenteerde loop-antenne geen project wilden maken. Na een korte overweging hebben we besloten om dat niet te doen. De voornaamste reden daarvoor is de verkrijgbaarheid van afstemcondensatoren. Toen we ons Bitx20 project deden, hebben we nog afstemcondensatoren kunnen kopen bij Dikke Gerrit in Den Haag, die er toen nog voldoende had. Maar kort daarna is er iemand langsgeweest die beweerde dat hij van een universiteit was, en voor een project afstemcondensatoren nodig had en de hele voorraad op heeft gekocht. Jaja. Vermoedelijk staat die ze straks op de Lichtmis voor €10 per stuk te verkopen. Als we niet kunnen rekenen op een betrouwbare bron voor het leveren van onderdelen, komt een project in gevaar. Dus: wil je de loop bouwen: bijna alle onderdelen zijn te verkrijgen bij bouwmarkten, modelbouwzaken en/of onderdelenzaken en de coax is ook niet kritisch. Maar de afstemcondensator zal je zelf moeten vinden. Hint: E-bay, tweedehands.nl of vlooienmarkten. Daardoor is ook niet exact aan te geven hoe je de servo moet koppelen. Enige creativiteit is dus wel gewenst. Dus de loop wordt geen project. Overigens is de besturing ook compleet te verkrijgen als "servo tester" bij Conrad, voor slechts €5... Het project voor het najaar zal dus waarschijnlijk de digitale kruisnaald-Wattmeter voor 10-2000W worden. Stay tuned...

Afdelingsbijeenkomsten

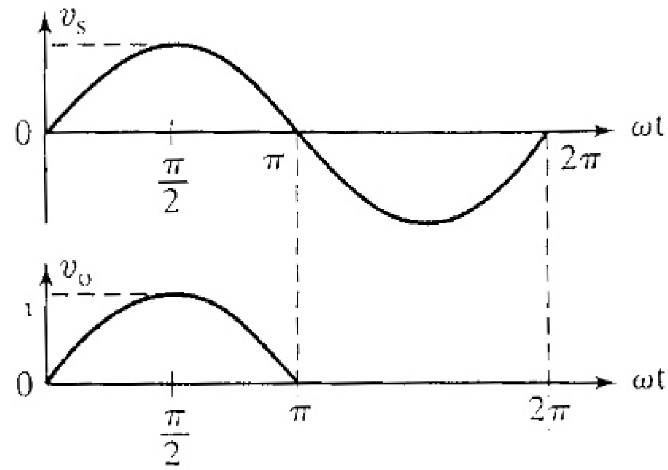
De afdelingsbijeenkomsten in juni zijn op woensdag 12 en woensdag 26 juni. De laatste twee van het seizoen: in juli en augustus zijn er geen bijeenkomsten. Op 12 juni is de QSL-manager er ook voor het inleveren en ophalen van kaarten. Tenzij er specifiek vraag naar is, zal er geen meetapparatuur aanwezig zijn voor eventuele metingen aan PSK transceivers. Dus als je je set nog wil laten meten, stuur een mail! Dan zorgen we alsnog voor een testopstelling.



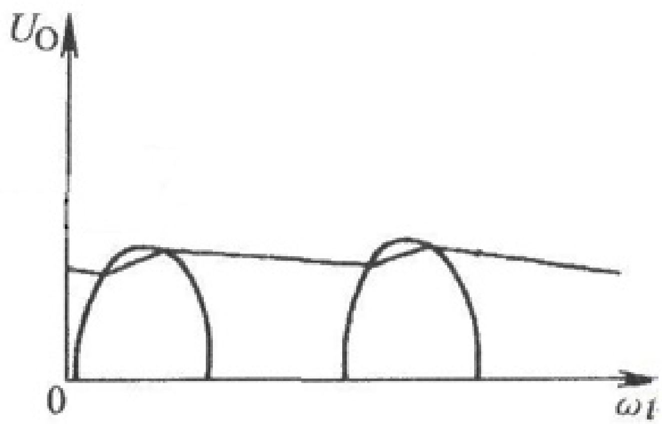
Een luide bromtoon deed Opa Vonk opschrikken uit het bestuderen van een zendertje waaraan hij aan het werken was. "Deed jij dat Pim?" vroeg Opa enigzins geschrokken. "Ja", stamelde Pim, "dat was mijn versterkertje dat ik gemaakt had. Ik wilde om batterijen te sparen mijn treintransformator gebruiken als voeding. Ik heb Fleischmann treinen, en dat is gelijkstroom. Dus volgens mij zou dat moeten kunnen", zei hij. "Dat is maar gedeeltelijk waar", grinnikte Opa. "Maar die gelijkstroom die uit die treintransformator komt, is niet gelijk genoeg om een versterker te voeden". "Zit daar verschil in dan? ", vroeg Pim verbaasd. "Ik geloof dat het tijd is dat wij het eens over voedingen gaan hebben", zei Opa. "Maar wat is daar dan moeilijk aan?", vroeg Pim. "Een diode en een condensator en je hebt gelijkspanning, toch?". "Nou, alweer: dat is maar gedeeltelijk waar. Laten we maar eens kijken wat er met jouw diode gebeurt. Om te beginnen gebruiken we een transformator om de lichtnetspanning naar een veilige waarde om te zetten, en dat kan alleen met wisselspanning. Niet alleen heeft de spanning aan de secundaire kant van de transformator een veilige waarde, maar deze is ook nog eens galvanisch gescheiden van het lichtnet, zodat je deze aan kunt raken zonder het gevaar op een schok. Maar, zoals gezegd: het is een wisselspanning. Laten we eens kijken wat er gebeurt als je een diode in serie zet met die spanning.



De R van Resistor stelt hier de belasting voor. Aan de lichtnetkant komt een mooie sinus binnen, maar na de diode is daar nog maar de helft van over. De diode laat immers alleen maar positieve spanningen door.

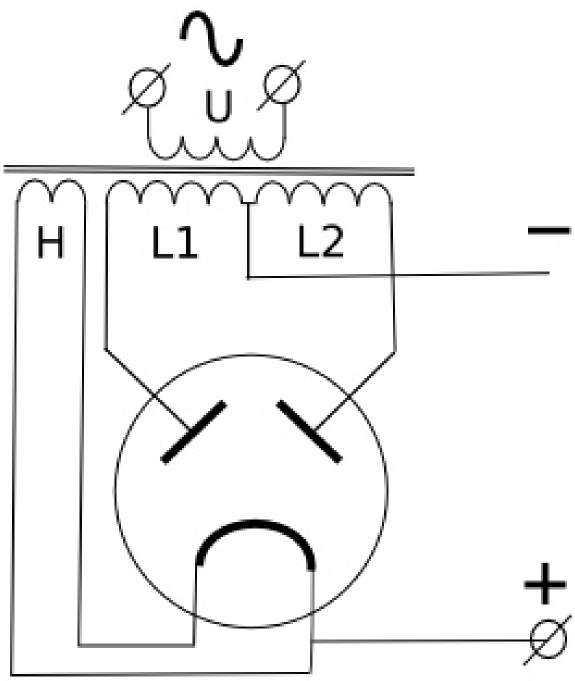


Je ziet wat het probleem is. Er gebeurt een halve periode gewoon helemaal niets. Zet je een afvlakcondensator over de belasting, dan zal die tijdens de pieken van de sinus opgeladen worden, maar daartussenin loopt de condensator dus leeg over de belasting.

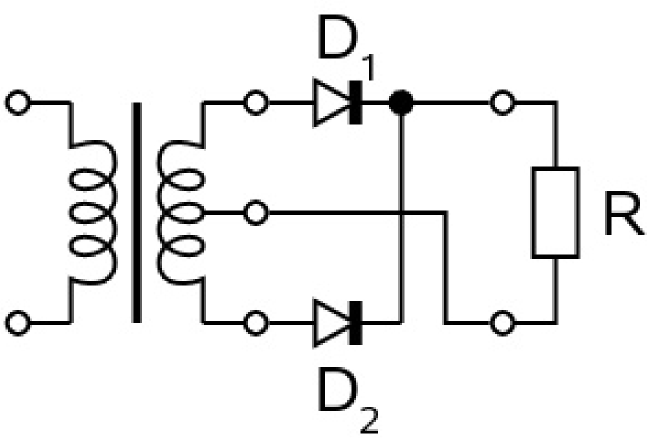


Er is nog een belangrijke reden waarom je vrijwel nooit voedingen met een enkele diode ziet, naast natuurlijk de slechte efficiency van het weggooien van een halve periode: de gemiddelde belasting van de transformator bevat een gelijkspanningscomponent. Bij grote stromen kan de kern van de transformator daarvan in de verzadiging raken waardoor deze gloeiend heet kan worden en zelfs kan verbranden. Daarom zie je schakelingetjes met een enkele diode bijna uitsluitend in toepassingen waar de stromen - en dus de belasting - minimaal zijn. Maar in voedingen zal je dit niet tegenkomen. Daarom ging

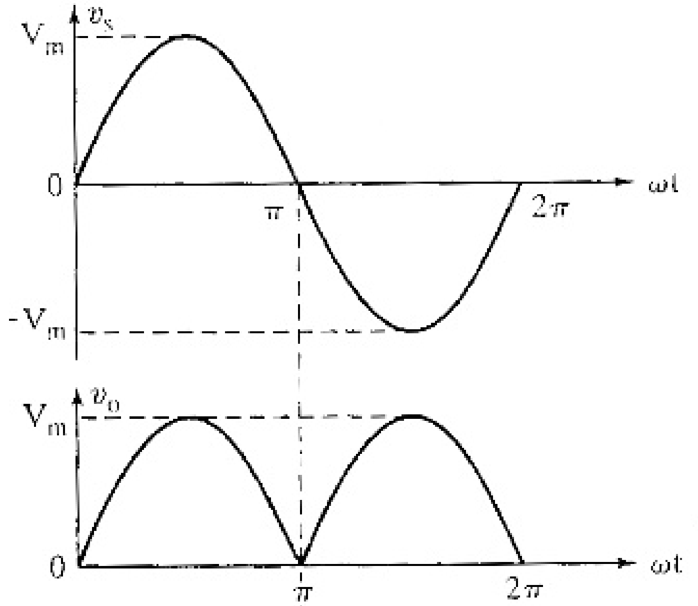
men al gauw over naar de dubbelfasige gelijkrichting. Daarbij maakte men gebruik van een transformator met twee gelijke secundaire wikkelingen die over een middenaftakking beschikten. Dat lijkt nu nogal verspilling van koper, maar je moet bedenken dat in de begintijd men alleen maar de beschikking had over buizen voor de gelijkrichting. Door een buis met twee anodes en één kathode uit te voeren, had men een dubbelfasige gelijkrichter ter beschikking. Dat zag er zo uit:



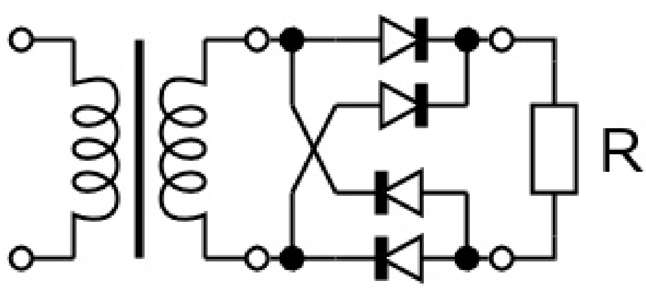
De transformator had een aparte winding H voor het voeden van de gloeidraden, die meteen de kathode vormde. De twee transformatorwikkelingen werden op de anodes aangesloten, en de voedingsspanning werd afgetakt van de kathode. In halfgeleideruitvoering:



Bekijken we nu de golfvorm over de weerstand R, dan zien we dat het lege plekje in de tijd nu opgevuld is door de andere helft van de sinus, die door de andere wikkeling van de transformator geleverd wordt.

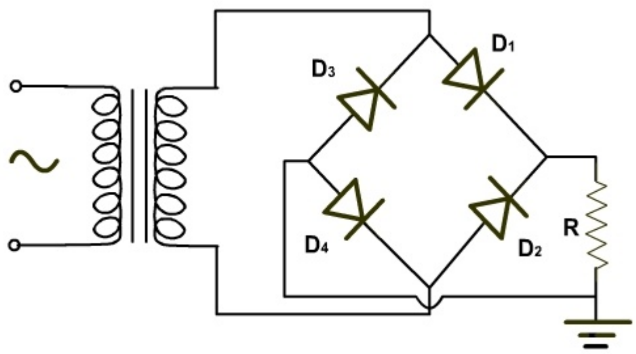


Tijdens de positieve periode geleidt de bovenste diode, en tijdens de negatieve periode geleidt de onderste diode. De buffercondensator wordt nu twee maal zo vaak bijgeladen en daardoor wordt de rimpelspanning - dat is het verschil tussen de spanning net vóór en net ná dat de condensator geladen wordt - meteen de helft. Maar al gauw werd van dit type gelijkrichting afgestapt. Je hebt immers twee windingen nodig die elk maar voor de helft van de tijd gebruikt worden. En dat kost een hoop duur koper. Met de komst van de halfgeleiders werden andere gelijkricht methoden mogelijk. Een van de bekendste is de bruggelijkrichter.



Voor de duidelijkheid is deze gelijkrichter hier als vier dioden onder elkaar getekend. Er is nu nog maar één enkele transformatorwikkeling nodig. Is de bovenkant van de wikkeling positief en de onderkant negatief, dan loopt de stroom door de

bovenste diode, door weerstand R en dan door de onderste diode weer terug naar de wikkeling. Keert de spanning om, dan gaat de stroom van de onderkant van de wikkeling door de tweede diode, door weerstand R en dan door de derde diode weer terug naar de wikkeling. Zo wordt één enkele wikkeling tijdens beide fasen gebruikt. Het meer bekende schema ziet er uit als op onderstaand plaatje, maar is feitelijk dezelfde schakeling:

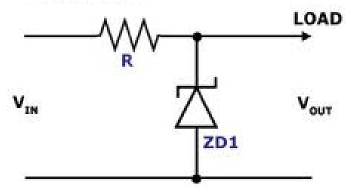


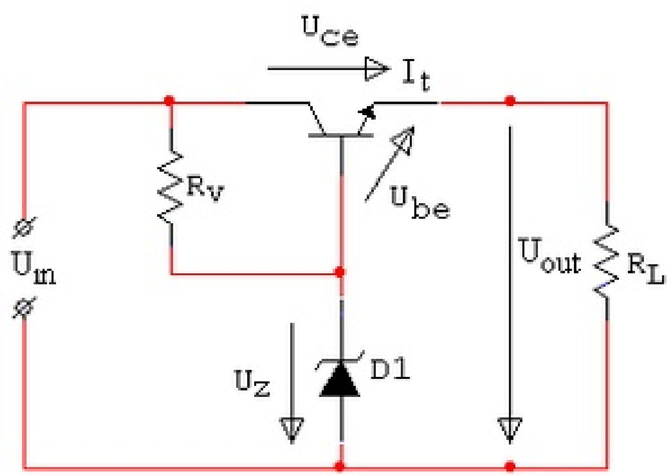
Het grote verschil met de dubbele wikkeling is dat de transformator aan de secundaire kant nu niet meer direct aan massa of aarde ligt. Dat is in de praktijk geen probleem, omdat de wikkeling toch galvanisch gescheiden is. Maar nu je brom. Zoals ik net al even aanstipte, treedt er een zekere rimpelspanning op zodra je de gelijkrichtschakeling gaat belasten. Tussen twee sinustoppen in wordt de condensator immers niet bijgeladen en loopt er alleen maar stroom uit. Veel versterkers laten daardoor een sterke bromtoon horen als je ze op zo'n voeding aansluit. Dus moet je ervoor zorgen dat de spanning zoveel mogelijk afgevlakt wordt. Nou maakt het nogal uit bij welke spanning je dat doet. In oude buizenradio's zie je dat de afvlakcondensatoren soms niet meer zijn dan 2x 16 microfarad. Dat lijkt heel weinig, maar de energie die opgeslagen wordt in een condensator is evenredig met het kwadraat van de spanning. In formule:

$$E = \frac{1}{2}CU^2$$

waarin E de energie is in Joules, C de capaciteit in Farad en U de spanning in Volt. Staat er over een condensator van 16uF een spanning van 250V (niet ongebruikelijk in buizenradio's), dan moet je bij 5V een condensator van 40.000uF hebben om dezelfde energie daarin op te kunnen slaan! En dan nog zal er bij grote stromen altijd iets van een rimpel overblijven. Daarom worden in veel voedingen stabilisatieschakelingen toegepast. Dat kan variëren van een eenvoudige zenerdiode met serieweerstand tot complexe schakelingen met stroom- en spanningsbegrenzing. Die treintransformator van jou is én niet gestabiliseerd, wat wil zeggen dat de spanning wat zal zakken als je die gaat belasten, én de afvlakking is minimaal, omdat dat voor een motortje helemaal niet zo belangrijk is. Beiden hebben een negatief effect op de werking van je versterkertje.

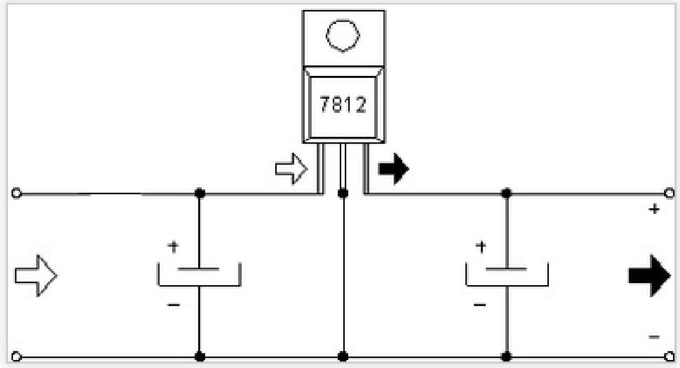
Hiernaast zie je een eenvoudige stabilisator met een zenerdiode. Voor schakelingen die niet veel stroom trekken, werkt dit. Je ziet het vaak in oscillatorschakelingetjes, om de spanning extra te stabiliseren. Er moet door de zener altijd een stroompje lopen wil deze blijven werken. Is de stroom door de belasting net zo groot als de stroom door de voorschakelweerstand zonder belasting, dan loopt er geen stroom meer door de zener en wordt er niet meer gestabiliseerd. Daarnaast is de zener niet ideaal. Varieert de stroom door de zener, dan varieert de spanning over de zener ook een klein beetje. Het is beter dan niets, maar niet ideaal en niet geschikt voor grote stromen.



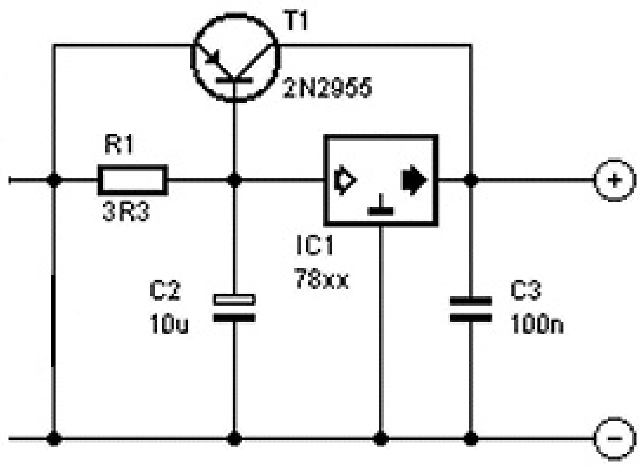


Het wordt al een stuk beter door de toevoeging van een transistor. De zener wordt nog steeds

door een weerstand gevoed, maar de belasting van de zener wordt nu gevormd door de basis van de transistor en niet door de uitgangsstroom. En zoals je weet, is de basisstroom van een transistor een factor Hfe lager dan de collectorstroom, waarbij Hfe de versterkingsfactor is van de transistor en die kan je opzoeken in het datasheet. Bij wat zwaardere transistoren ligt de Hfe rond de 40, dus als er dan 1A in de collector loopt, loopt er maar 25mA in de basis. En dat komt de stabilisatie natuurlijk ten goede. Bij dit type stabilisator moet je wel met een paar dingen rekening houden: zo is de uitgangsspanning 0,7V lager dan de zenerspanning. Dat komt omdat er spanning over de basis-emitter overgang valt: Ube. Wil je dus 12V uitgangsspanning, dan zal je zener 12,7V moeten zijn. Of een 12V zener met een extra diode in serie. Dan moet er voldoende stroom door voorschakelweerstand Rv lopen om ook bij volle belasting nog stroom door de zener te laten lopen. Zoals ik net al snel voor je uitrekende, loopt er 25mA in de basis als er 1A aan de uitgang loopt. Dan moet er nog steeds wel zo'n 5mA door de zener lopen wil deze zijn werk kunnen blijven doen. Laten we zeggen dat we 15V ingangsspanning hebben, dan hebben we 3 Volt spanningsval over Rv bij 30mA. Volgens de wet van Ohm moet de weerstand dan 100 Ohm zijn. Wordt er niets afgenomen, dan loopt er dus 30mA door de zener bij 12V. Dan moet de zener 360mW aan warmte opstoken (12V maal 0,03A) en daarom moet je dan toch wel een 1W type nemen. Over warmte gesproken: bij 15V ingangsspanning en 12V uitgangsspanning moet er dus 3V weggewerkt worden door de transistor. Bij 1A is dat 3W aan warmte, en dat is best een hoop! Daar moet de transistor wel tegen kunnen (zie alweer het datasheet voor de dissipatie) en hij moet het ook nog kwijt kunnen, wat een stevige koelplaat betekent." "Pff", zuchtte Pim. "Wat een hoop getallen voor een beetje brom. Maar hoe los ik dat nou op?" "Door te stabiliseren. En de voortschrijding der techniek komt je daar te hulp, want tegenwoordig zitten die stabilisatoren ingebouwd in een transistorhuisje met een ingang, een uitgang en een gemeenschappelijke massa aansluiting. Hoef je niets meer aan te doen, alleen wat ontkoppelcondensatortjes toevoegen en je spanning is gestabiliseerd", zei Opa.



"En zo'n ding kan die stroom wel hebben?", vroeg Pim. "Ja hoor", antwoordde Opa. "Die spanningsregelaars kunnen 1A verwerken, zijn kortsluitvast en schakelen ook uit als ze te heet worden. En heb je meer stroom nodig, dan gebruik je de spanningsregelaar om de basis van een powertransistor aan te sturen. En dan kan de stroom nog een hoop hoger worden. Mits je transformator het aankan natuurlijk.



Dat werkt eenvoudig: weerstand R1 houdt in eerste instantie de transistor gesperd. Als de spanningsregelaar meer dan 200mA gaat trekken, valt er ca. 0,7V over de weerstand en gaat de transistor geleiden. Deze gaat dan de extra gevraagde stroom leveren aan de belasting en zo kan je meer stroom leveren met een stabilisator. Dus hoe ga je je bromprobleem nu oplossen?" vroeg Opa. "Ik ga eens kijken wat ik in die junkbox van U kan vinden", antwoordde Pim. En hij verdween in de catacomben van Opa's piephok waar allerlei mogelijke en onmogelijke onderdelen lagen te wachten op een nieuwe toekomst. Een kwartiertje later knetterde de muziek

uit de luidsprekers, zonder brom. "En, wat voor type stabilisator heb je gebruikt?", vroeg Opa. "Deze!", zei Pim enthousiast, en toonde een gigantische condensator van 2 Farad.



"Dat is de buffercondensator uit je vader's oude auto!", riep Opa uit. "Uit een auto?", zei Pim verbaasd. "Daar zit toch een accu in? Hoe afgevlakt wil je de stroom daar dan hebben?" "Nee", zei Opa. "Die dingen worden niet gebruikt om de spanning af te vlakken, maar als buffer. In auto's worden de extra versterkers vaak achterin gebouwd. Dat betekent lange draden naar de accu, en lange draden betekenen nou eenmaal meer weerstand. En omdat de stromen in die versterkers bij 12V gigantisch zijn, in de orde van 30 tot 40 ampère, ben je zo een volt of twee kwijt. Om dat te compenseren, werden dit soort condensatoren gebruikt: om tijdens de bassen de pieken in de stroom op te vangen. Dan kon je het maximum aan lawaai uit je versterkers halen". "Had mijn vader dat dan?", vroeg Pim. "Praat me er niet van. Die kon je twee straten ver aan horen komen met die herrie. Maar nog even over het bufferen: de stroom door een condensator is als volgt weer te geven:

$$I = C * \frac{dU}{dt}$$

Ofwel: de stroom door de condensator is gelijk aan de capaciteit van de condensator maal de spanningsverandering (dU) per tijdsverandering (dt). Dat klinkt ingewikkeld, maar laten we eens aannemen dat jouw versterkertje maximaal 1A vraagt. Meer kan die treintransformator toch niet leveren. Omdat het lichtnet een frequentie van 50Hz heeft, betekent dat dat een hele periode 20 milliseconden duurt. Door de dubbelfasige gelijkrichting wordt dat 10 milliseconden. Zowel de positieve als de negatieve helft van de sinus laden immers de condensator, dus dat is twee keer zo vaak. Nu weet je de stroom, namelijk 1A, de capaciteit van de condensator want die staat erop, 2 Farad, en de tijd waarin de condensator ontladen wordt, 10ms. Dan kunnen we nu uitrekenen hoeveel de spanning zakt in die 10 milliseconden:

$$dU = \frac{I * dt}{C} = \frac{1 * 0,01}{2} = 5mV$$

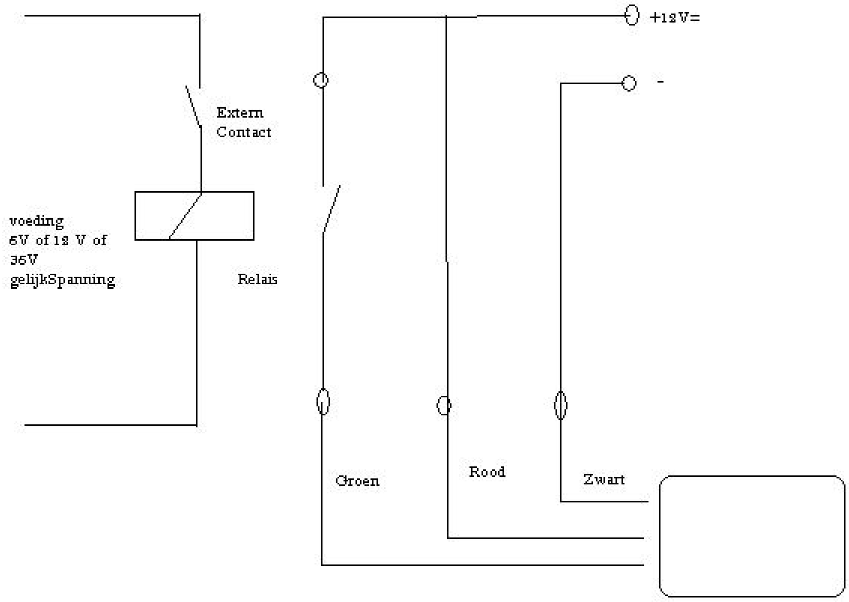
De Load regulation (de mate waarin de spanning verandert als gevolg van de belasting) van een spanningsregelaar ligt tussen de 1,3 en 25mV bij 1A! Dat betekent dat de condensator van 2 Farad niet onderdoet voor een spanningsregelaar - althans: wat de rimpel betreft. Er is natuurlijk geen enkele vorm van spanningsstabilisatie, maar dat is voor een eindversterker niet zo belangrijk. Daar mag best wat afwijking inzitten. Maar pas wel op met die condensator Pim, want de energie die erin zit, is gigantisch. Voor je informatie: bijna 300 maal zoveel als die 16uF condensator die tot 250V opgeladen is. Dus ik zou je willen adviseren om toch maar een spanningsregelaar te gebruiken". Pim keek enigzins sip, want hij vond die uitlezing op de 2 Farad condensator natuurlijk wel cool, maar hij nam Opa's raad toch maar aan en ging weer op zoek naar een spanningsregelaar met bijbehorende ontkoppelcondensatoren.



Opa Vonk

Weet Raad

Met internet als grote vraagbaak komt het niet meer zo vaak voor dat er nog via mail om raad gevraagd wordt, maar zo nu en dan komt er toch nog wel eens een vraag binnen. Deze keer had een amateur een interessant probleem, zie de (ietwat onduidelijke) tekening hier rechts. De vraag was als volgt:



"Aan de linker zijde zie je een Relais, dit moet natuurlijk geen relais zijn alleen weet ik even niet hoe ik dit oplos.

Het volgende:
Ik wil iets schakelen wat 12V gelijk is, maar de schakelende kant (boven het relais schakel-contact) is verschillend; het kan zijn 6V - 12V - 24V of 36V. Ik wil dan een contact schakelen als er een van die spanningen erop komt.
Dit zou ik dan electronisch (printplaatje) willen maken, een klein printje welke makkelijk te bouwen is.
Maar als amateur ben ik niet zo op de hoogte hoe ik dit moet doen, kunt U mij bij het ontwerp helpen?"

Nou, dat kan Opa wel. Uit het rechter deel van het schema is af te leiden dat het schakel-signaal een of andere signa-leringsfunctie heeft. De rode en zwarte draad zijn ongetwijfeld voor de voeding, dus daaruit mogen we afleiden dat door de schakeldraad geen grote stroom hoeft te lopen. Aangezien aan de sturende kant de stuurspanning kan variëren van 6 tot 36 volt, is de beste optie om daar de stroom dan maar constant te houden als de spanning dat niet is. En dat kan met een stroombron. Daarbij maakt het niet uit hoe groot de spanning is: de stroom is dan altijd constant. Omdat niet veel stroom door het se-cundaire circuit hoeft te lopen, ligt de keuze voor een reed-relais voor de hand. Die gebrui-ken weinig stroom en zijn klein. Even snuffelen door de Conrad catalogus leidde naar typenum-mer 504599. Een 5V relais, zo-dat we nog wat spanning voor de stroombron over hebben (de minimale spanning is immers 6V), welke maximaal 0,5A kan schakelen, en dat lijkt wel ge-noeg. Interessant is natuurlijk de R_{spoel}, die gegeven is als 500 Ohm. Aangezien de spanning 5V is, is de stroom door het relais dan

$$I = \frac{U}{R} = \frac{5}{500} = 0,01A = 10mA$$

Gebruiken we een transistor als stroombron, dan moeten we met nog een paar dingen reke-ning houden. Om te beginnen moet de transistor de 36 Volt kunnen verdragen over zijn Collector-Emitter overgang, anders gaat hij kapot. Maar als de spanning 36V is, en er valt 5V over het relais, dan valt de overige 31 Volt over de transis-tor. En als daar 10mA loopt, betekent dat dat er 0,01A * 31V = 310mW opgestookt wordt in de transistor. En die moet daar óók tegen kunnen. Een stroom-bron ontwerp je door de basis van een transistor op een vaste spanning in te stellen, waarna je een weerstand in de emitter opneemt om de stroom in te stellen. Bij een transistor heb je een basis-emitter overgang van 0,7V. Zetten we over de basis-emitterovergang van de transis-tor twee diodes in serie, dan heb je op de basis dus 1,4V.

Op de emitter blijft daar dan 0,7V van over. Willen we daar dan 10mA laten lopen, dan moet de weerstand zijn:

$$R_e = \frac{U}{I} = \frac{0,7}{0,01} = 70\ Ohm$$

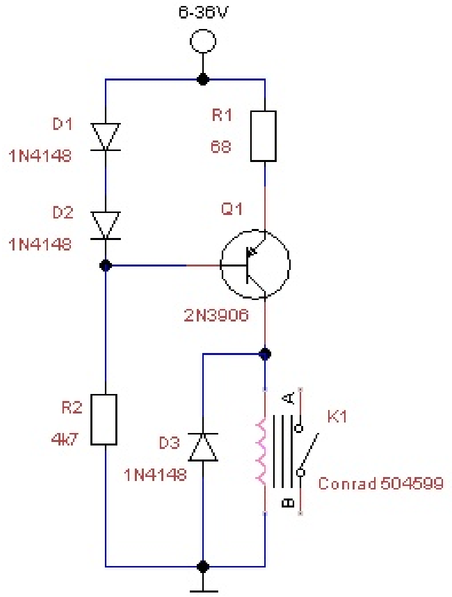
De dichtstbijzijnde waarde uit de E12 reeks is 68 Ohm. Is dat erg? Nee, de stroom die dan gaat lopen is:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{0,7}{68} = 10,3\ mA$$

Genoeg stroom om de spoel aan te sturen. Bij 500 Ohm wordt de spanning over de spoel dan:

$$U = I * R = 0,00103 * 500 = 5,15\ V$$

De keuze voor de transistor is gevallen op een 2N3906, een zeer algemene PNP transistor met voor dit doel de juiste eigenschappen. De maximale Collector-Emitterspanning is 40V, en als het goed is komt er



nooit meer dan 31V over de transistor te staan. De maximale dissipatie is 625mW bij een omgevingstemperatuur van 25C, dus ook dat is goed. Uiteraard moet er nog een blusdiode over het relais om te voorkomen dat er spanningspieken ontstaan bij het uitschakelen van de stroom door de spoel. Een spoel zal een verandering van stroom immers tegenwerken door een spanning op de wekken en die kan zo groot worden dat de transistor vernield wordt. Vandaar de diode. De weerstand die voor de stroom door de dioden zorgt moet zó gekozen worden dat er bij 6V nog voldoende stroom loopt, en dat hij bij 36V niet verbrand. Bij 36V staat er over de weerstand 34,6V (36 min twee maal de diodespanning), en dan is de dissipatie:

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{34,6^2}{4700} = 0,255W$$

Een kwart Watt weerstand blijft dus precies heel. Eventueel een 0,5W weerstand nemen voor de zekerheid, of een weerstand van 5k6, waardoor de dissipatie wat vermindert. En daarmee heb je een schakeling waarmee je met een variërende stuurspanning van 6 - 36V een contact kunt schakelen.

Nostalgiehoek



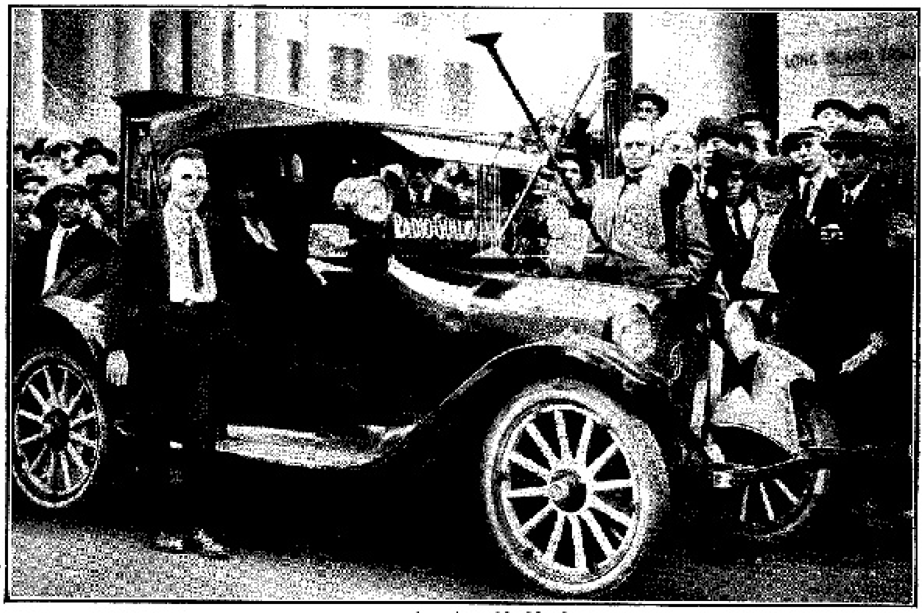
De eerste autoradio's

De allereerste omroepontvangers en radio's, zeg maar begin 20-er jaren van de vorige eeuw, bestonden bijna altijd uit een doos met de radio, een doos met de luidspreker en diverse batterijen, soms zelfs bestaande uit accu's met vloeibaar zuur. Daarnaast was een draadantenne van niet geringe afmetingen noodzakelijk. Alles bij elkaar was het een zware koffer aan onderdelen. Desondanks begon men alles inderdaad in een houten "koffer" te bouwen, om maar mobiel te kunnen zijn.

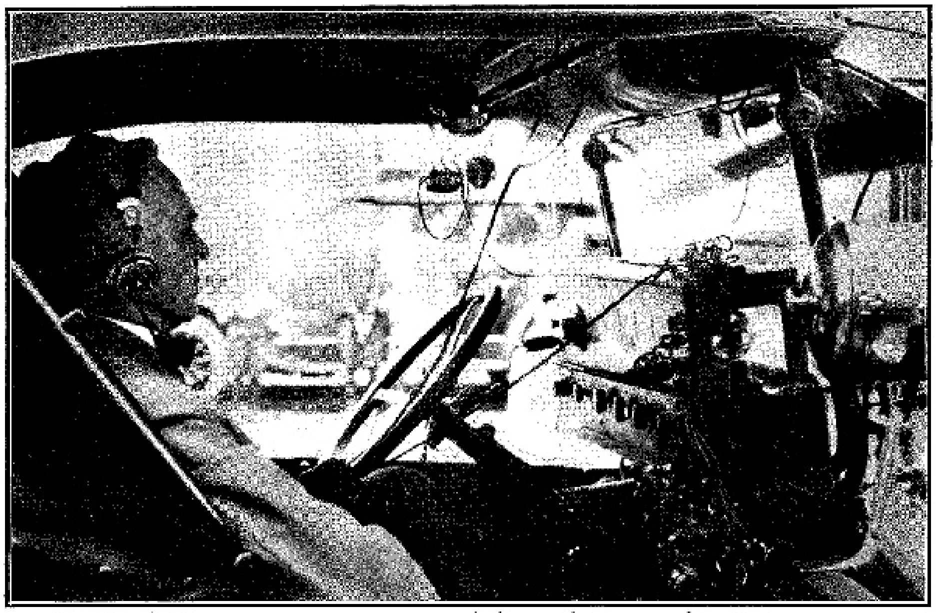
Men begon al vroeg met pogingen om dat nieuwe medium Omroep in auto's in te bouwen. Volgens bladzijde 56 van het boek "Radios von gestern" ontstonden draagbare radio's en

auto-radio's ongeveer tegelijkertijd. Een eerste voor-beeld is het twee-lamps draagbare ontvanger ontwerp van het Engelse Thomson-Houston dat op 29 januari 1920 tentoongesteld werd tijdens de Londense Radio Tentoonstelling. Vergeet niet dat Lee DeForest tijdens demonstraties met een auto op de wereldtentoonstelling in St. Louis in 1904 al andere vormen van radiocommunicatie liet zien. Maar het gaat nu even om de omroep-programma's die op zijn vroegst in 1912 startten door o.a. Chales Herrold in San Jose en in 1913 ook in België.

In eerste instantie werden draagbare radio's aangepast voor installatie in een auto. De radio die George Frost, voorzitter van de "Lane High School Radio Clubs" in Chicago had geïnstalleerd in zijn Ford-T-Model in 1922 is een van de meer bekende types. Een ander voorbeeld, ook uit 1922, is de "Marconiphone" radio die geïnstalleerd was in een "Daimler" die te zien was op de "Olympia Motorshow" in Engeland. Sommige steden experimenteerden met radio ontvangers in de eerste patrouillewagens in een poging hun agenten draadloos te bereiken. Ook voor militaire toepassingen was een autoradio interessant. You will see in the attachments how transmission was done. In de "Radio World" van 28 oktober stonden deze twee foto's met de titel: "The Dashboard Special makes 40,000 Mile Tour, Equipped with Radio".



(Both photographs by General Photographic Service, N. Y. C.)



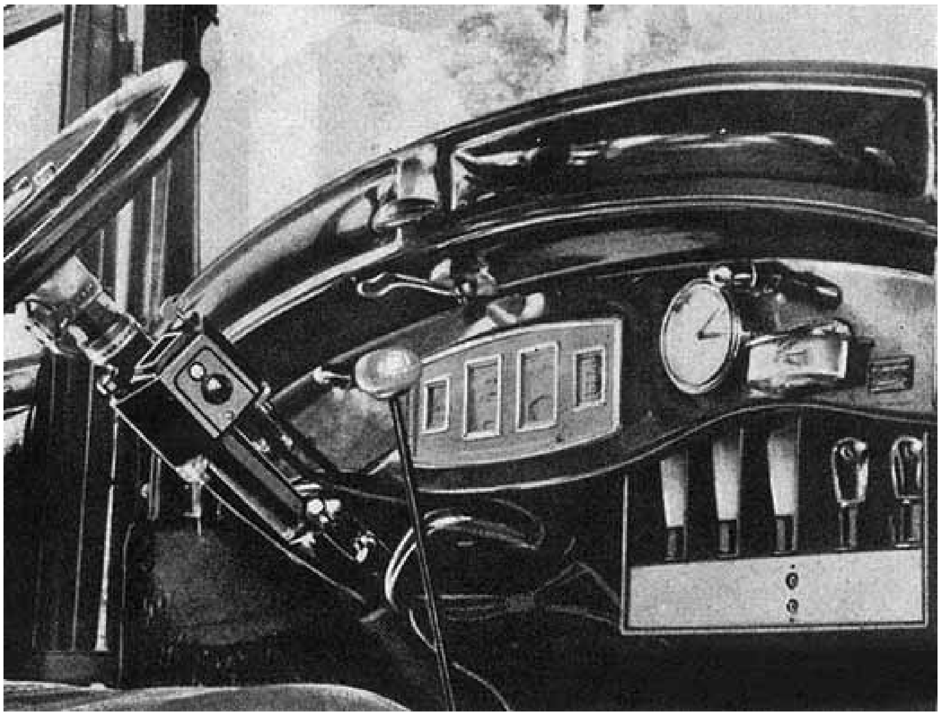
An automobile with a loop aerial in front of the wind screen and a receiving set on the dashboard recently made its appearance in the streets of New York. Crowds gathered wherever it stopped and listened to the music of broadcasting stations. Mr. and Mrs. J. C. Davenport, owners of the car, were testing out their new radio set, known as the "Dashboard Special." They had just completed a forty-thousand mile tour and were about to leave on a second tour of indefinite duration. The upper picture shows the "Dashboard Special" in front of the Pennsylvania Station, New York City. The lower picture shows Mr. Davenport and the arrangement of his car's fine radio equipment.

Er zijn meer voorbeelden uit deze periode, met name uit het midden van de twintiger jaren. Maar geen van de toegepaste radio's was speciaal ontworpen voor gebruik in een auto. "Auto Radio's" als zodanig werden ongeveer tegelijkertijd in Amerika en Europa geïntroduceerd, maar de eer voor de eerste echte productie autoradio gaat toch naar Amerika.

Eerste productie radio's

Gebaseerd op de "Radio Collector's Guide 1921-32" mogen we de Airtone 3D van "Radio Auto Distributors" en geproduceerd vanaf 1925 wel het eerste productie model noemen. Daarnaast was er de Batt. 115-1926 van de All American Mohawk Corp (Lyric) uit 1926.

Deze twee radio's tesamen met de "Transitone" (niet de TH-1 !) uit 1927 zijn de eerste massageproduceerde autoradio's. Het jaar en de datum voor de eerste productierun van een "echte autoradio" blijft met de kennis van nu echter een beetje een mysterie. Maar je kunt met zekerheid zeggen dat het product "autoradio" op zijn laatst in 1927 op de markt kwam. Zie ook het patent van William M. Heina van 1926/1927.





Vorm en Voeding

Autoradio's uit de laat twintiger-begin dertiger jaren zagen er allemaal ongeveer gelijk uit: een tinnen doos van redelijke afmetingen (vanwege de afscherming) waarin de ontvanger zat, een luidspreker en soms de voeding plus een besturingselement dat via een flexibele stang met het radiodeel verbonden was. Zoals te zien is op het voorbeeld van de Crosley Roamio 91 was er ook de typische behuizing waarbij de luidspreker rechtstreeks op de ontvangerdoos werd geschroefd.

Daar in eerste instantie de auto-accu alleen maar gebruikt werd voor het voeden van de gloeidraden, moest er ook nog ergens een doos ondergebracht worden die de anodebatterijen bevatte. Die werd al snel vervangen door generatoren (Dynamotor, Macmotor), gevolgd door voedingen met vibrators en gelijkrichters. Daarna kwamen synchrovibrators met zelf-gelijkrichtende eigenschappen die aparte gelijkrichters overbodig maakten. Al die apparaten stoorden als de hel op de ontvangst waardoor het weer noodzakelijk werd om speciale maatregelen

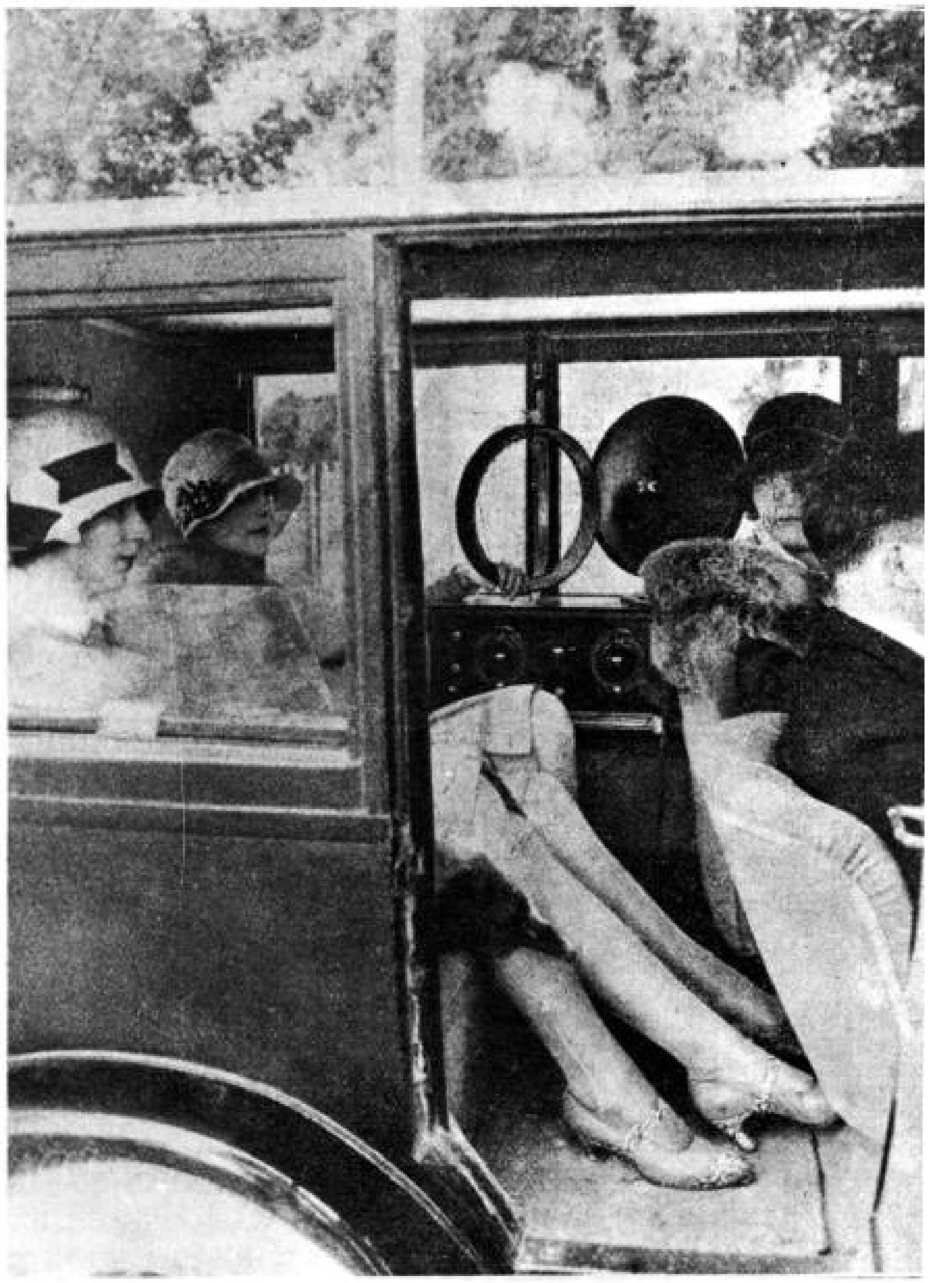
te nemen om die storing tegen te gaan.

Buizen voor autoradio's

"Delco Radio Corp." kwam in 1931 met haar superhet Model 3026 als opvolger van het model uit 1929. Die set gebruikte de nieuw geïntroduceerde buizen zoals de 236, of de 36, en de 237, of de 37, voor respectievelijk batterij en netgevoede toepassingen (6.3-Volt gloeidraad). Deze evolueerden later naar de types 4053 en 4053A.

Merk hierbij op dat in Amerika penthodes pas na juli 1931 toegepast werden, ook al maakte Philips dat type buis al sinds 1927. "National Union" introduceerde in mei 1931 een complete serie buizen voor autoradio's met 0.4-A gloeidraden. Daaronder o.a. de typen NY64, NY65, NY67 en NY68. In juli van datzelfde jaar volgden Arcturus, Raytheon en Ken-Rad met de 0.3-A types 236 (36), 237 (37), 238 (38) en 239 (39). RCA en Sylvania liepen daar niet ver op achter met hun ontwikkelingen. Het superhet concept heeft tegen 1932 de eerdere ontwerpen verdrongen. Dat gold voor zowel vaste radio's als autoradio's.

In het lijstje allereerste "autoradio buizen" hoort de hiervoor genoemde 39 (239) die in februari 1932 op de markt kwam. De 44 (later gecombineerd als 39/44) verscheen in april van dat jaar, en in de herfst van



1932 kwamen de LF buizen 85 en de eindbuis 41 beschikbaar.

In Europa duurde het tot 1934 voordat daar buizen geproduceerd werden die ontworpen waren voor het voeden van de gloeidraden via zowel een auto-accu als een transformator. Na het testen met de Cupra buizen vonden de E-serie voor 6.3 Volt en de C-serie voor 12.6 Volt in 1934 hun weg naar de markt. Die laatste werd voornamelijk voor lichtnetvoeding gebruikt (vergeet niet dat in vroegere tijden de auto-accu's 6V waren, in tegenstelling tot de huidige 12V).

Autoradio's buiten Amerika

In Canada bracht de "Canadian General Electric Co. Ltd." in 1932 de M-30 op de markt. Duitsland heeft in 1932 met de Blaupunkt Autoradio AS5 haar eerste autoradio. Ter verge-

lijking met Amerika: in 1932 waren er meer dan 100 autoradio modellen beschikbaar in Amerika; verder claimt men dat er in 1933 al 100.000 autoradio's geïnstalleerd waren.

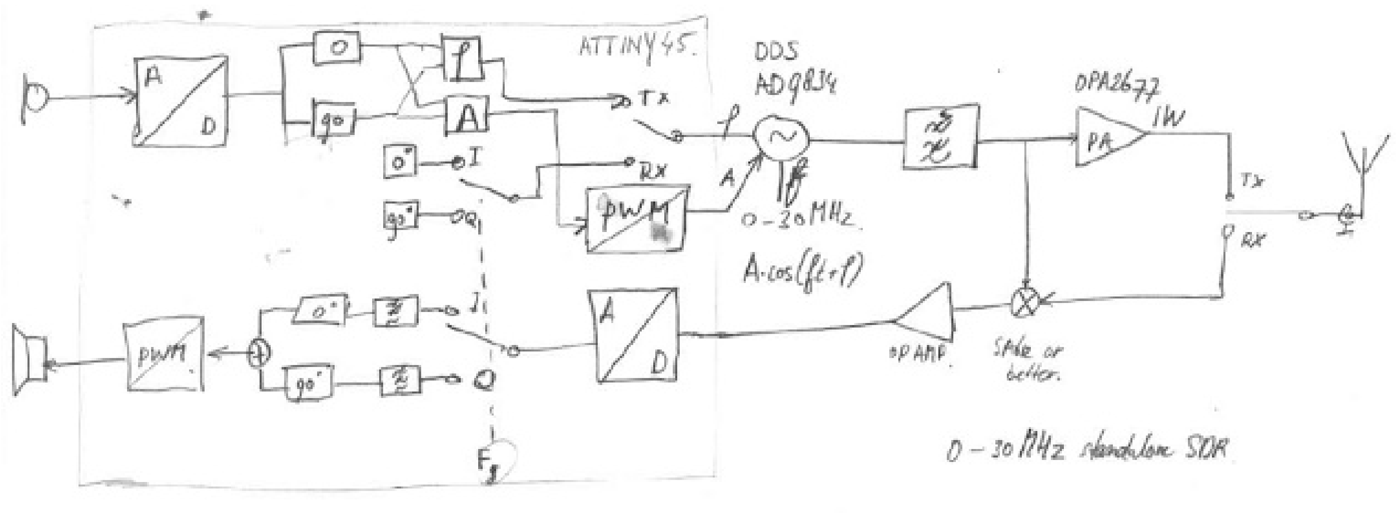
In Oostenrijk komt Hornyphone in 1934 met een eigen autoradio. In datzelfde jaar introduceert Philips de autoradio's 241B en 243B in Nederland, in Duitsland en in Zwitserland. Van begin 1935 is er aantoonbare autoradio productie in Frankrijk (Ducretet) en in Italië (Allocchio). Sinds die tijd heeft de autoradio een enorme vlucht genomen en de geluidsinstallatie, tegenwoordig voorzien van CD-speler of USB aansluiting, is uit de hedendaagse auto niet meer weg te denken.

Directe opwekking van SSB door frequentie modulatie van een PLL

In de tijd van LFI, waarin apparatuur nogal eens last had van amplitude gemoduleerde signalen, is al eens geëxperimenteerd met een PLL die gelocked werd aan een SSB signaal. Het idee daarachter was, dat door de amplitude constant te houden, het LFI probleem zou verdwijnen. Deze methode is - misschien wel 30 jaar terug - beschreven in Electron, maar het is bij experimenten gebleven en ik heb er daarna nooit meer iets van gehoord, laat staan een amateur gewerkt die het gebruikte.

Interessant was daarom een uiteenzetting van PE1NZZ op zijn blog, waarin hij beschrijft hoe hij met een Raspberry PI bordje een enkelzijband signaal opwekt door een PLL te moduleren. Inmiddels heeft hij met deze methode al diverse verbindingen gemaakt op 20 en 40m. De gebruikte methode is als volgt:

lator te implementeren in de software van een ATTINY45 micro-controller chip met een AD9834 als DDS. De software sampled het microfoonsignaal met een ADC (Analoog Digitaal Converter) en haalt de amplitude- en fase-informatie uit het audio signaal. De amplitude en fase informatie wordt uit het in-fase microfoonsignaal en uit het 90 graden in fase verschoven kwadratuursignaal gehaald (dat laatste signaal wordt verkregen door een Hilbert transformatie op het in-fase signaal). De aldus verkregen fase wordt dan gerepliceerd op het oscillatorsignaal van de DDS, en de amplitude informatie wordt gebruikt om de sterkte van het uitgangssignaal (de stroom) van de DDS aan te passen. De uitgang van de DDS is dan een schoon enkelzijband signaal nabij de geconfigureerde frequentie.



Het originele idee (zoals hierboven te zien) was om een complete SSB modulator en demodulator te implementeren in de software van een

Om te bewijzen dat zijn idee werkt, implementeerde hij het algorithme op een RaspberryPi. In

de RaspberryPi setup is er geen DDS, maar er is wel een digitale PLL op de micro-processor SoC die voor het opwekken van HF gebruikt kan worden. Door het manipuleren van de Integer en Fractionele delers kan er een frequentie opgewekt worden van 0 tot 250 MHz op de GPIO4 pen met een resolutie van ongeveer 20 Hz bij 7 MHz. Door de Fractionele deler heen en weer te laten schakelen tussen twee nabijgelegen waarden, kan de resolutie nog verder opgevoerd worden tot het micro-Hz niveau; daarvoor wordt een 32 bit clock gebruikt op 32 MHz waarmee een PWM-achtig schakelpatroon tussen twee Fractionele deler waarden bereikt wordt. (PWM is Pulse Width Modulation, ofwel pulsbreedte modulatie).

De PLL oscillator kan in fase gemoduleerd worden door korte aanpassingen van de geconfigureerde frequentie. Door de frequentie tijdelijk toe te laten nemen en dan weer naar zijn originele waarde terug te laten keren, wordt de fase omhoog geschoven, terwijl het tijdelijk verlagen van de frequentie de fase omlaag verschuift.
Op deze wijze kan de fase informatie die nodig is voor het genereren van een SSB signaal door middel van frequentiemodulatie toegevoerd worden aan de PLL van de RaspberryPi. Daartoe worden allereerst de faseverschillen berekend uit elk sample. Voor iedere afwijking van de fase (faseverschil) wordt de bijbehorende frequentieverandering berekend. Dat hangt af van de snelheid waarmee de PLL van frequentie verandert; de precieze formule is:

$$\Delta f = \frac{\Delta\phi * sample_rate}{2 * \pi}$$

De amplitude component kan toegevoegd worden door de sterkte van het signaal op de GPIO4 poort aan te passen, die over 8 niveau's beschikt met een dynamisch bereik van ongeveer 13 dB. Na enig experimenteren kan de amplitude informatie compleet achterwege gelaten worden. In plaats daarvan wordt de frequentie buiten het zijband signaal gezet worden (feitelijk zero-beat). In dit geval wordt SSB opgewekt zonder draaggolfonderdrukking, ofwel er wordt een constante amplitude toegepast (en dat, zoals al eerder opgemerkt, helpt tegen LFI). De geluidskwaliteit lijkt niet erg te lijden onder deze constante amplitude, en de geluidskwaliteit wordt zelfs beter als er een beetje ruis toegevoegd wordt aan de microfoon ingang. Guido heeft de indruk dat SSB met constante amplitude de verstaanbaarheid als het signaal net boven de ruis is, verbetert. (Noot van de redactie: Dat is goed voorstelbaar, omdat het signaal dan te vergelijken is met het toepassen van een zware compressor, waardoor de energie-inhoud van het signaal vergroot wordt).

De RaspberryPi krijgt zijn microfoonsignaal binnen via een extern USB sound device. Om de kwaliteit van het SSB signaal te verbeteren, wordt het signaal gecomprimeerd volgens de A-law compressie techniek. Drie parallel geschakelde BS170 MOSFETs (waar hebben we dat eerder gezien) werden direct aangestuurd door de GPIO4 output van de RaspberryPi waarmee ongeveer 1Watt HF gemaakt kon worden. Op 40m maakte Guido diverse SSB verbindingen door heel Europa met dit ontwerp, waarbij hij voor de ontvangst gebruik maakte van een dichtbij opgestelde WebSDR ontvanger. Hij werkte met deze opstelling o.a. de volgende stations:

Apr 27 14:00 40m on4azw/p
Apr 27 14:00 40m pd6king
Apr 27 14:00 40m pa150ba
Apr 27 14:00 40m hb9ag
Apr 27 14:00 40m pd2edr
Apr 28 13:22 40m m0zag
Apr 28 13:22 40m g100rsgb
Apr 28 13:22 40m hb9efx
Apr 28 13:22 40m pa3zax
Apr 28 13:22 40m tm02ref
Apr 28 16:00 20m ea2dt
Apr 29 19:00 40m g3mlo
Apr 30 10:23 7100 pc1king
Apr 30 16:42 7082 pa2cvd

Op de volgende bladzijden zie je een stukje code dat gebruikt wordt om het SSB signaal te genereren op basis van de fase- en amplitude informatie van het ingangssignaal.

```
#define ln(x) (log(x)/log(2.718281828459045235f))

static int xv[45];

void filter(int val, int* i, int* q)
{
    int j;

    for (j = 0; j < 44; j++) {
        xv[j] = xv[j+1];
    }
    xv[44] = val;

    *i = xv[22];

    int _q = (xv[1] + xv[3] + xv[5] + xv[7]+xv[7] + 4*xv[9] + 6*xv[11] \
        + 9*xv[13] + 14*xv[15] + 23*xv[17] + 41*xv[19] + 127*xv[21] \
        - (127*xv[23] + 41*xv[25] + 23*xv[27] + 14*xv[29] + 9*xv[31] \
        + 6*xv[33] + 4*xv[35] + xv[37]+xv[37] + xv[39] + xv[41] + xv[43]) ) / 202;

  *q = _q;
}

int arctan2(int y, int x)
{
   int abs_y = abs(y);
   int angle;
   if(x >= 0){
      angle = 45 - 45 * (x - abs_y) / ((x + abs_y)==0?1:(x + abs_y));
   } else {
      angle = 135 - 45 * (x + abs_y) / ((abs_y - x)==0?1:(abs_y - x));
   }
   return (y < 0) ? -angle : angle; // negate if in quad III or IV
}

static float t = 0;
static float prev_f = 0;
static float prev_phase = 0;
static float acc = 0;

void ssb(float in, float fsamp, float* amp, float* df)
{
   int i, q;
   float phase;

   t++;
   filter(in * 128, &i, &q);
   *amp = sqrt( i*i + q*q) / 128.0f;
```

```
   if(*amp > 1.0){
     printf("amp overflow %f\n", *amp);
     *amp = 1.0;
   }
   phase = M_PI + ((float)arctan2(q,i)) * M_PI/180.0f;
   float dp = phase - prev_phase;
   if(dp < 0) dp = dp + 2*M_PI;
   prev_phase = phase;

   *df = dp*fsamp/(2.0f*M_PI);
}

void main(){
    int samplerate = 8000; // set sample-rate of microphone input here, use 4800 to 8000
    int notvi = 0;   // set no TVI to true if you want constant carrier


    for(;;) {
        float df, amp;

        int data = //16 bit microphone input here
        ssb((float)data/32767.0, samplerate, &amp, &df);

        float A = 87.7f; // compression parameter
          amp = (fabs(amp) < 1.0f/A) ? A*fabs(amp)/(1.0f+ln(A)) : (1.0f+ln(A*fabs(amp)))/(1.0f+ln(A));
//compand

        int ampval = (int)(round(amp * 8.0f)) - 1;
        int enaval = (ampval < 0) ? 0 : 1;

        if(notvi && ampval < 0){
          enaval = 1; // tx always on
          df = 0;
        }
        if(notvi) ampval = 7; // optional: no amplitude changes

        if(ampval>7) ampval=7;
        if(ampval<0 ampval="0;<!--0--">

       // here, send ampval to 3 bit drive-strength register (if available)
       // here, add or substract df from PLL center frequency (in Hz), adding will make USB, substract.
LSB
   }
}
```

Voor de complete code kan je wellicht het best contact opnemen met Guido PE1NNZ zelf. Het ontwerp is interessant genoeg om eens verder mee te experimenteren. Wellicht is de HF uitgang op GPIO4 ook nog te gebruiken als mixer signaal voor een ontvanger.